

AN: PAT 2001-301514

TI: Process for welding high alloyed heat-resistant martensitic/ferritic steels or super alloys comprises plating a first component and selectively also a second component, optionally heat treating, joint welding and annealing

PN: DE19953079-A1

PD: 10.05.2001

AB: NOVELTY - Process for welding two components made of high alloyed heat-resistant martensitic/ferritic steels or super alloys based on nickel, nickel-iron and cobalt comprises plating the first component and selectively also the second component using, as additional material, a nickel-based material containing (in wt.%): 16-22 Cr, 0.02-0.06 C, 0.2-0.4 Si, 2-4 Nb, 0.8-6 Fe, 0-3 Mn, 1-9 Mo, 0-11 Co, 0-1 Al and a balance of nickel and impurities; optionally heat treating the plated base material; joint welding the plated first component with the plated or non-plated second component using the above nickel-based material as additional material; and annealing.; USE - In the production of a rotor for turbo-machines made of plates or other parts (claimed). ADVANTAGE - High quality welding is achieved.

PA: (ALLM ) ABB ALSTOM POWER SCHWEIZ AG;

(ALSM ) ALSTOM POWER SCHWEIZ AG;

IN: BALBACH W M; KELLER S; REDECKER R; KELLER M; WERNER M;

FA: DE19953079-A1 10.05.2001; NL1016527-C2 10.10.2002;

CO: DE; NL;

IC: B23K-009/028; B23K-009/23; B23K-020/16; B23K-033/00;

B23K-035/22;

MC: M23-E; M26-B08; M26-B08C; M26-B08J; M26-B08M; M26-B08S;

DC: M23; M26; P55;

PR: DE1053079 04.11.1999;

FP: 10.05.2001

UP: 07.01.2003

---

This Page Blank (uspto)



(10) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 199 53 079 A 1

(51) Int. Cl. 7:  
B 23 K 20/16  
B 23 K 35/22

DE 199 53 079 A 1

(21) Aktenzeichen: 199 53 079.3  
(22) Anmeldetag: 4. 11. 1999  
(23) Offenlegungstag: 10. 5. 2001

(71) Anmelder:  
ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG, Baden,  
Aargau, CH  
  
(74) Vertreter:  
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761  
Waldshut-Tiengen

(72) Erfinder:  
Balbach, Werner Martin, Dr., Würenlingen, CH;  
Keller, Sorin, Oberrohrdorf, CH; Redecker, Reiner,  
79801 Hohentengen, DE  
  
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 32 12 857 C2  
DE 31 00 501 C2  
MERKER, Jürgen, u.a.: Zum Einfluß der  
Fügeflächenvorbereitung beim  
Diffusionsschweißen.  
In: Schweißen und Schneiden 46, 1994, H.7, S.328-  
S.331;  
FRÖMEL, N., PAULUS, M.: Modifiziertes Kaltwalz-  
plattierverfahren. In: Metall, H.7, Jg.36, 1982,  
S.771,772;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Verfahren zum Verschweißen von Bauteilen  
(55) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschweißen von zwei Bauteilen aus hochlegierten warmfesten matensitisch/ferritischen Stählen, austenitischen Stählen und Superlegierungen auf Nickel-, Nickel-Eisen- und Kobaltbasis, welches durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet ist:  
- Plattieren des ersten Bauteiles und wahlweise auch des zweiten Bauteiles, wobei als Zusatzwerkstoffe für das Plattieren Nickelbasis-Werkstoffe mit folgender Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) verwendet werden: 16-22 Cr; < 0,02-0,06 C; < 0,2-0,4 Si; mindestens vier der Elemente Nb, Fe, Mn, Mo, Co, Al, wobei gilt: 2-4 Nb; 0,8-6 Fe; 0-3 Mn; 1-9 Mo; 0-11 Co; 0-1 Al; Rest Nickel und herstellungsbedingte Verunreinigungen,  
- falls erforderlich, Qualitätswärmebehandeln des platierten Grundmaterials,  
- Verbindungsschweißen des platierten ersten Bauteiles mit dem platierten oder nicht platierten zweiten Bauteil, wobei als Zusatzwerkstoff für die Verbindungsschweißung wiederum die genannten Nickelbasis-Werkstoffe verwendet werden,  
- Spannungsarmglühen.

DE 199 53 079 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

5 Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Werkstofftechnik. Sie betrifft ein Verfahren zum Verschweissen von zwei Bauteilen aus hochlegierten warmfesten martensitisch/ferritischen Stählen, austenitischen Stählen und Superlegierungen auf Nickel-, Nickel-Eisen- und Kobaltbasis. Derartige Schweißverbindungen sind z. B. notwendig zum Zusammenfügen von Scheiben oder anderen Teilen für Rotoren von Turbomaschinen.

## 10 Stand der Technik

Es ist bekannter Stand der Technik, dass sich warmfeste martensitisch/ferritische Stähle, insbesondere die Klasse der 12%-Chromstähle, nur sehr schlecht mit austenitischen Stählen oder Superlegierungen auf Nickel-, Nickel-Eisen- und Kobaltbasis verschweissen lassen. Abhängig vom angewandten Schweißverfahren können Risse im Grundmaterial, der 15 Wärmeeinflusszone oder im Schweißgut auftreten (J. Tösch und E. Perteneder: Beeinflussung des Ferritgehaltes im austenitischen Schweißgut, sowie Einsatzgebiete verschiedener umhüllter, hochlegierter Stabelektronen. Vortrag, Schweißtechnische Tagung Böhler Schweißtechnik Austria GmbH, Kapfenberg 1996). Diese Risse sind unerwünscht, da an Schweißnähte hinsichtlich Fehlerfreiheit sehr hohe Anforderungen gestellt werden. Dies gilt auf Grund der hohen mechanischen und thermischen Beanspruchungen besonders für zusammengeschweißte Rotorteile.

20 Aus US 4,962,586 ist ein Verfahren zum Zusammenschweissen von Rotorsegmenten aus zwei unterschiedlichen niedriglegierten Stählen bekannt, bei denen eine plattierte Schicht auf das erste Rotorsegment aufgeschweißt wird, diese Schicht mechanisch bearbeitet und wärmebehandelt wird und anschließend eine Verbindungsschweissung zwischen den beiden Rotorsegmenten durchgeführt wird. Der Zusatzwerkstoff für das Platten und die Verbindungsschweissung ist ebenfalls niedriglegiert. Nachdem das Schweißen beendet ist, wird die Verbindungsnaht wärmebehandelt und mechanisch bearbeitet. Als Schweißverfahren werden Metall-Inert-Gas-Verfahren, bevorzugt eine Wolfram-Inert-Gas-Schweissung (WIG) angewendet. Nachteilig an diesem Verfahren ist die notwendige Wärmebehandlung der Plattierung und der Verbindungsschweissnaht. Insbesondere die Wärmebehandlung nach dem Verbindungsschweißen ist zeitraubend und wegen der Grösse der zusammengefügten Rotorteile aufwendig. Ausserdem ist der gemäss US 4,962,586 verwendete Zusatzwerkstoff für das Zusammenschweißen von martensitisch/ferritischen warmfesten Stählen mit austenitischen Stählen bzw. Superlegierungen nicht geeignet.

## Darstellung der Erfindung

35 Die Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Verschweissen von Bauteilen aus hochlegierten warmfesten martensitisch/ferritischen Stählen, insbesondere Stählen mit 12% Cr, austenitischen Stählen und Superlegierungen auf Nickel-, Nickel-Eisen- und Kobaltbasis zu entwickeln, welches mit einer möglichst geringen Anzahl von Wärmebehandlungsstufen durchführbar ist und welches zu Schweißnähten führt, die praktisch makrorissfrei sind.

Erfundungsgemäss wird dies durch folgende Verfahrensschritte erreicht:

40 – Platten des ersten Bauteiles und wahlweise auch des zweiten Bauteiles, wobei als Zusatzwerkstoffe für das Platten Nickelbasis-Werkstoffe mit folgender Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) verwendet werden: 16–22 Cr; <0,02–0,06 C; <0,2–0,4 Si; mindestens vier der Elemente Nb, Fe, Mn, Mo, Co, Al, wobei gilt: 2–4 Nb; 0,8–6 Fe; 0–3 Mn; 1–9 Mo; 0–11 Co; 0–1 Al; Rest Nickel und herstellungsbedingte Verunreinigungen,

45 – Durchführung einer Qualitätswärmebehandlung des plattierten Grundmaterials, falls erforderlich,

– Verbindungsschweissen des plattierten ersten Bauteiles mit dem plattierten oder nicht plattierten zweiten Bauteil, wobei als Zusatzwerkstoff für die Verbindungsschweissung wiederum die genannten Nickelbasis-Werkstoffe verwendet werden,

– Spannungsarmglühen.

50 Die miteinander verschweissten Bauteile können entweder aus dem gleichen Grundmaterial, beispielsweise einem warmfesten martensitisch/ferritischen Stahl, bestehen oder das erste Bauteil und das zweite Bauteil bestehen jeweils aus einem verschiedenen Grundmaterial, beispielsweise besteht das erste Bauteil aus einem warmfesten martensitisch/ferritischen Stahl und das zweite Bauteil aus einem austenitischen Stahl.

55 Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass die o.a. Werkstoffkombinationen makrorissfrei miteinander verschweisst werden können. Dadurch werden die hohen Qualitätsanforderungen, die beispielsweise aufgrund der hohen thermischen und mechanischen Beanspruchung an geschweißte Rotoren von Turbomaschinen gestellt werden, erfüllt. Ein weitere Vorteil besteht darin, dass für die genannten Zusatzwerkstoffe keine Wärmebehandlung erforderlich ist, so dass es ausreichend ist, nach dem Verbindungsschweißen eine auf das Grundmaterial abgestimmte Spannungsarmglühung nachzuschalten. Eine zeitaufwendige und kostenintensive Qualitätswärmebehandlung nach dem Verbindungs-60 schweißen ist dann nicht mehr erforderlich. Ausserdem können mit dem erfundungsgemässen Verfahren auch Materialien mit unterschiedlichen Wärmebehandlungsparametern unter Beibehaltung der mechanischen Werte des Grundmaterials als miteinander verschweisst werden.

Es ist zweckmässig, wenn der Zusatzwerkstoff für das Platten und für die nachfolgende Verbindungsschweissung eine der folgenden Zusammensetzungen aufweist (Angaben in Gew.-%):

65 – <0,02 C; <0,2 Si; 3 Mn; 20 Cr; 0,8 Fe; 2,7 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen,

– 0,04 C; 0,4 Si; 3 Mn; 16 Cr; 1,5 Mo; 6 Fe; 2,2 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen,

– <0,02 C; <0,2 Si; 22 Cr; 9 Mo; 1 Fe; 3,5 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen,

# DE 199 53 079 A 1

– 0,06 C; <0,3 Si; <0,5 Mn; 2,2 Al, 1 Fe; 8,5 Mo, 11 Co; 1 Al, 0,4 Ti; Rest Ni und herstellungsgedingte Verunreinigungen.

Diese Zusatzwerkstoffe auf Nickelbasis eignen sich besonders gut, weil sie keine Vorwärmung zum Verschweissen und auch keine Wärmebehandlung nach dem Verschweissen erfordern. Ausserdem weisen sie eine hohe Duktilität auf, decken einen bestimmten Festigkeitsbereich ab und sind weniger anfällig auf Heissrissbildung als andere mögliche Zusatzwerkstoffe. Schliesslich weisen sie auch keine Härtespitzen (keine Umwandlung) auf.

Es ist vorteilhaft, wenn zum Plattieren ein Untererpulver(UP)-Schweissverfahren mit Band oder mit Draht oder ein Elektroschlacke(ES)-Schweissverfahren mit Band oder mit Draht verwendet wird. Die Wahl der Schweissparameter und des angewandten Schweissverfahrens beeinflusst die Aufmischung des Nickelbasisschweissgutes mit Eisen aus dem Stahl. Dies wiederum entscheidet über die Heissriss sicherheit des Schweissgutes.

Weiterhin ist es von Vorteil, wenn beim Verbindungsschweissen zunächst eine Wurzellage mittels Wolfram-Inertgas(WIG)-Schweissverfahren erzeugt und anschliessend ein UP-Schweissverfahren angewendet wird oder nur eine WIG-Schweissung angewendet wird. Bei der mechanischen Prüfung der erfundungsgemäss platierten und anschliessend verschweissten Materialien erfolgt vorteilhaft der Bruch immer mit einer entsprechenden Dehnung in der weicheren Plattierung oder im weichen Verbindungsschweissgut.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen.

**Fig. 1** Linienanalysen einer UP-Bandplattierung;

**Fig. 2** Linienanalysen einer UP-Drahtplattierung;

**Fig. 3** Linienanalysen einer Es-Bandplattierung;

**Fig. 4** einen Makroschliff der mit dem erfundungsgemässen Verfahren verschweissten Grundmaterialien.

## Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der **Fig. 1** bis **4** näher erläutert.

In den **Fig. 1** bis **3** sind für unterschiedliche Schweissverfahren (UP-Plattierung mit Band und mit Draht, ES-Plattierung mit Band) die Ergebnisse von Linienanalysen für die Elemente Cr, Ni und Fe angegeben, wobei jeweils die Konzentration der Elemente in Abhängigkeit vom Abstand von der Oberfläche aufgetragen wurde. Als Grundwerkstoff wurde der hochlegierte martensitisch/ferritische Stahl St13TNiEL mit folgender chemischen Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) verwendet:

0,10–0,14 C

35

≤ 0,15 Si

≤ 0,25 Mn

11–12 Cr

2–2,6 Ni

40

1,3–1,8 Mo

0,2–0,35 V

0,02–0,05 N

Rest Fe.

Ein erstes Bauteil aus diesem Stahl wurde mittels der o. g. Schweissverfahren plattierte, wobei als Zusatzmaterial für das Plattieren der Nickelbasis-Werkstoff SG-NiCr20Nb mit folgender chemischen Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) verwendet wurde: <0,02 C; <0,2 Si; 3 Mn; 20 Cr; 0,8 Fe; 2,7 Nb, Rest Ni. Die Wahl des Schweisszusatzmaterials hängt davon ab, welche Beanspruchung jeweils auf die Schweissnaht einwirkt.

Das Plattieren mit Band hat gegenüber dem Plattieren mit Draht den Vorteil, dass in der gleichen Zeiteinheit mehr Material eingebracht werden kann.

Die Aufmischung des Nickelbasis-Schweissgutes mit Eisen aus dem Stahl entscheidet über die Heissriss sicherheit des Schweissgutes. Bei der Es-Schweissung ist die Aufmischung geringer als bei den UP-Schweissungen.

Beim Schweissen einer ersten Lage des nahezu eisenfreien Schweissgutes auf den Stahl wird, abhängig vom verwendeten Schweissverfahren, ein Teil des Stahles aufgeschmolzen und mit dem aufgebrachten Schweissgut vermischt. Dies ergibt die Aufmischung der ersten Lage. Wird eine zweite Lage Schweissgut aufgebracht, so wird, wieder abhängig vom Schweissverfahren, ein Teil der ersten Lage aufgeschmolzen und mit dem eingebrachten Schweissgut vermischt. Die Eisenaufmischung geht dabei zurück.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die mechanischen Werte des Zusatzwerkstoffes SG-NiCr20Nb bei unterschiedlichen Schweissverfahren dargestellt.

60

65

Tabelle 1

Probe	Streckgrenze in MPa	Zugfestigkeit in MPa	Bruchdehnung in %	Kontraktion in %
UP-Band, längs	435	658	38,1	47,7
UP-Band, quer	386	612	26,8	75,1
UP-Draht, quer	395	613	26,4	67,1
ES-Band, längs	441	656	40,0	47,7
ES-Band, quer	382	592	36,3	73,0
ES-Band, quer	367	557	27,5	47,6
WIG, quer	364	577	43,3	75,1
WIG, quer	438	641	26,5	56,8
WIG, quer	401	600	31,6	75,1

Dabei bedeuten:

längs = Probe liegt im Schweißgut

quer = Probe liegt quer zum Schweißgut

Der Bruch erfolgte immer in der Plattierung oder im Schweißgut. Alle in der Tabelle angegebenen Werte gelten für plattierte und zusammengeschweißte Bauteile des Stahles St13TNiEL, d. h. bei diesem Ausführungsbeispiel wurde für beide Bauteile der gleiche Grundwerkstoff benutzt. Die Qualitätswärmbehandlung des St13TNiEL erfolgte vor dem Platten, nach dem Schweißen erfolgte lediglich eine Spannungsarmglühung bei 610°C.

Fig. 4 zeigt als Beispiel einen Makroschliff eines mit Es-Bandplattierung und anschließender UP-Drahtschweissung verbundenen 12%Cr-Rotorstahles nach dem Spannungsarmglühen bei 600°C, 10 Stunden. Als Zusatzwerkstoff für die Plattierung und für die Verbindungsschweissung der beiden Bauteile aus 12%Cr-Rotorstahl wurde SG-NiCr20Nb verwendet. Nach dem Platten wurde keine Qualitätswärmbehandlung durchgeführt. Anschließend wurde die Wurzellage der Verbindungsschweissung mittels WIG-Verfahren geschweisst, die Verbindungsschweissung erfolgte mittels

UP-Drahtschweissung. Danach war nur noch die oben beschriebene Spannungsarmglühung und keine Qualitätswärmbehandlung mehr notwendig. Wegen der hohen Qualitätsanforderungen an derartige Plattierungen und Verbindungssehweissungen wurde während der Schweissung eine zerstörungsfreie Fehlerüberwachung, beispielsweise mittels einer online Wirbelstromprüfung oder visuellen Überwachung durchgeführt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wurde der Stahl St13TNiEL mit der Superlegierung auf Nickel-Eisen-Basis IN706 (Hauptlegierungselemente in Gew.-%: 15–18 Cr; 40–43 Ni; 1,5–1,8 Ti; 2,8–3,2 Nb, Rest Fe) verschweisst. Ein erstes Bauteil aus IN706, beispielsweise eine Scheibe eines Rotors, wurde im lösungsgeglühten Zustand mit SG-NiCr20Nb mittels UP-Schweissung mit Draht plattiert. Anschließend wurde die platierte IN706-Scheibe einer Wärmebehandlung, welche für die Qualität notwendig ist, unterzogen (10 Stunden Stabilisierungsglühung bei 820 +/- 15°C mit Abkühlung an Luft auf Raumtemperatur und 10 Stunden Ausscheidungshärtung bei 730 +/- 15°C mit Abkühlung auf Raumtemperatur). Die platierte IN706-Scheibe wurde dann mit einer weiteren platierten Scheibe aus St13TNiEL (oder in einem anderen Ausführungsbeispiel aus IN706) verschweisst, wobei die Wurzellage mittels WIG-Schweissung und die Verstärkungslagen mittels UP-Drahtschweissung aufgebracht wurden. Abschließend wurde das gesamte verschweisste Bauteil 10 Stunden lang bei 610 +/- 15°C spannungsarmgeglüht. Die mechanischen Eigenschaften der Grundplatte und des Aufbauschweißgutes sind in Tabelle 2 dargestellt:

55

60

65

Tabelle 2

Werkstoff	Probe-Nr.	Streck-grenze in MPa	Zugfestig-keit in MPa	Bruch-dehnung in %	Kontrak-tion in %	Kerbschlag-arbeit in J	
						Kerb horiz	Kerb verti
IN706 (nach Voll- Wärme- Behand- lung)	G	835	1130	18,0	31,2	48/49/47	
SG- NiCr20Nb	1	310	606	45,8	46,0	130	147
SG- NiCr20Nb	2	336	620	38,6	35,4	123	142
SG- NiCr20Nb	3	345	617	41,7	52,5	122	178

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So kommen als Schweisszusatzwerkstoffe vorzugsweise auch

- SG-NiCr16FeMn mit folgender chemischer Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) <0,02 C; <0,2 Si; 3 Mn; 20 Cr, 0,8 Fe; 2,7 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen,
- SG-NiCr21Mo9Nb mit folgender chemischer Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) <0,02 C; <0,2 Si; 22 Cr; 9 Mo; 1 Fe; 3,5 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen und
- SG-NiCr22Co12Mo mit folgender chemischer Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) 0,06 C; <0,3 Si; <0,5 Mn; 22 Cr; 1 Fe; 8,5 Mo, 11 Co; 1 Al, 0,4 Ti; Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen in Frage.

Neben dem Plattieren des ersten Bauteiles, beispielsweise aus warmfestem martensitisch/ferritischen Stahl, kann auch das zweite Bauteil, beispielsweise aus austenitischem Stahl oder einer Superlegierung, vor der Verbindungsschweisung plattiert werden.

Das beschriebene Verfahren eignet sich besonders zum Verbinden von Scheiben und anderen Rotorteilen für Rotoren von Turbomaschinen, beispielsweise Gasturbinen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Verschweissen von zwei Bauteilen aus hochlegierten warmfesten martensitisch/ferritischen Stählen, austenitischen Stählen oder Superlegierungen auf Nickel-, Nickel-Eisen- und Kobaltbasis, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) Plattieren des ersten Bauteiles und wahlweise auch des zweiten Bauteiles, wobei als Zusatzwerkstoffe für das Plattieren Nickelbasis-Werkstoffe mit folgender Zusammensetzung (Angaben in Gew.-%) verwendet werden:

16–22 Cr

<0,02–0,06 C

<0,2–0,4 Si

mindestens vier der Elemente Nb, Fe, Mn, Mo, Co, Al, wobei gilt:

2–4 Nb

0,8–6 Fe

0–3 Mn

1–9 Mo

0–11 Co

0–1 Al

Rest Nickel und herstellungsbedingte Verunreinigungen

b) Falls erforderlich, Qualitätswärmebehandeln des platierten Grundmaterials,

c) Verbindungsschweißen des platierten ersten Bauteiles mit dem platierten oder nicht platierten zweiten Bauteil, wobei als Zusatzwerkstoff für die Verbindungsschweisung wiederum die genannten Nickelbasis-Werkstoffe verwendet werden,

d) Spannungsganglügen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Bauteile miteinander verschweisst werden, welche jeweils aus dem gleichen Grundmaterial bestehen.

# DE 199 53 079 A 1

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Bauteile miteinander verschweisst werden, wobei das erste Bauteil und das zweite Bauteil jeweils aus einem verschiedenen Grundmaterial bestehen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauteil aus hochlegiertem warmfesten martensitisch/ferritischen Stahl und das zweite Bauteil aus austenitischem Stahl bestehen.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauteil aus hochlegiertem martensitischen/ferritischen Stahl und das zweite Bauteil aus einer Superlegierung auf Nickel-, Nickel-Eisen- oder Kobaltbasis bestehen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzwerkstoff ein Werkstoff mit folgender Zusammensetzung verwendet wird (Angaben in Gew.-%):  
<0,02 C; <0,2 Si; 3 Mn; 20 Cr, 0,8 Fe; 2,7 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzwerkstoff ein Werkstoff mit folgender Zusammensetzung verwendet wird (Angaben in Gew.-%):  
0,04 C; 0,4 Si; 3 Mn; 16 Cr; 1,5 Mo; 6 Fe; 2,2 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzwerkstoff ein Werkstoff mit folgender Zusammensetzung verwendet wird (Angaben in Gew.-%):  
<0,02 C; <0,2 Si; 22 Cr; 9 Mo; 1 Fe; 3,5 Nb, Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzwerkstoff ein Werkstoff mit folgender Zusammensetzung verwendet wird (Angaben in Gew.-%):  
0,06 C; <0,3 Si; <0,5 Mn; 22 Cr; 1 Fe; 8,5 Mo, 11 Co; 1 Al, 0,4 Ti; Rest Ni und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Plattieren ein Unterpulver(UP)-Schweissverfahren mit Band oder mit Draht verwendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Plattieren ein Elektroschlacke(ES)-Schweissverfahren mit Band oder mit Draht verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Verbindungsschweissen zunächst eine Wurzellage mittels Wolfram-Inertgas(WIG)-Schweissverfahren erzeugt und anschliessend ein UP-Schweissverfahren angewendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Verbindungsschweissen ein Wolfram-Inertgas(WIG)-Schweissverfahren verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zur Herstellung eines Rotors für Turbomaschinen aus Scheiben oder anderen Teilen verwendet wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

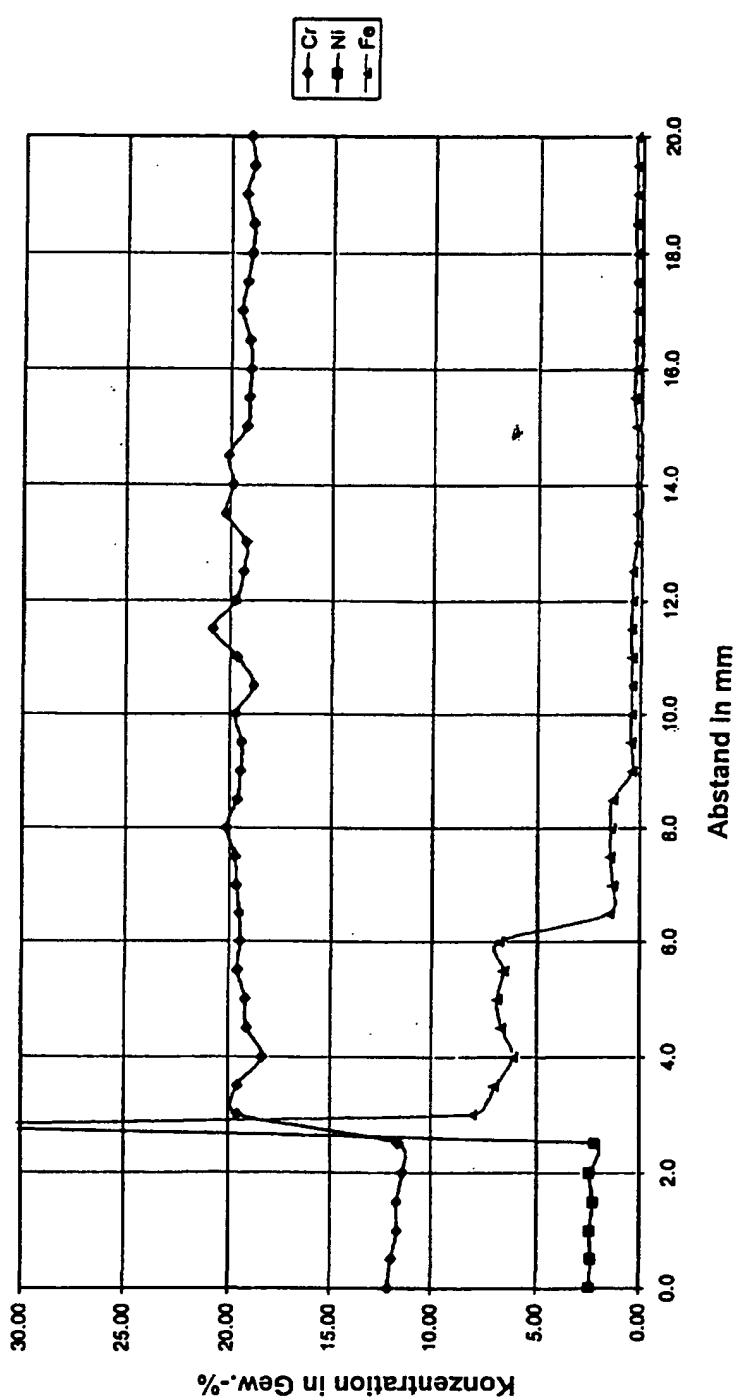


Fig. 1

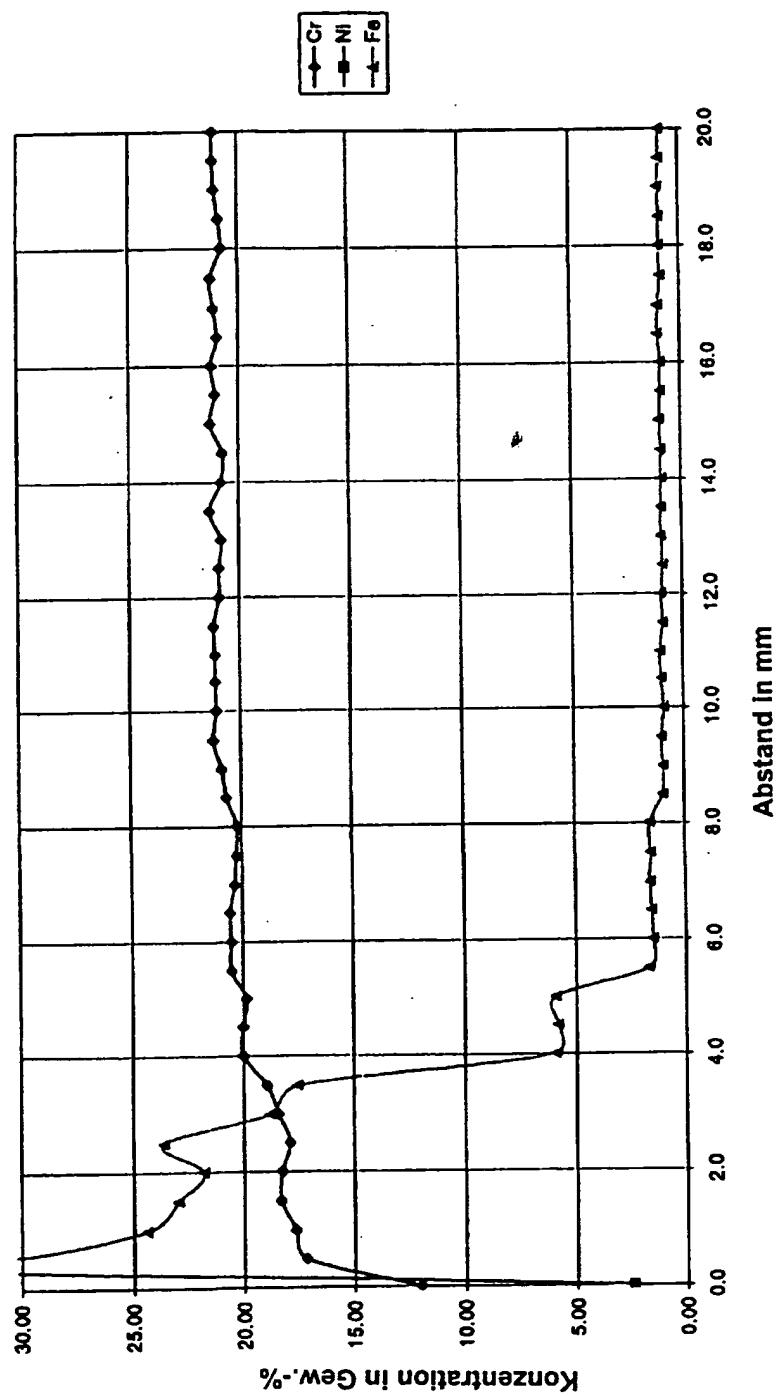


Fig. 2

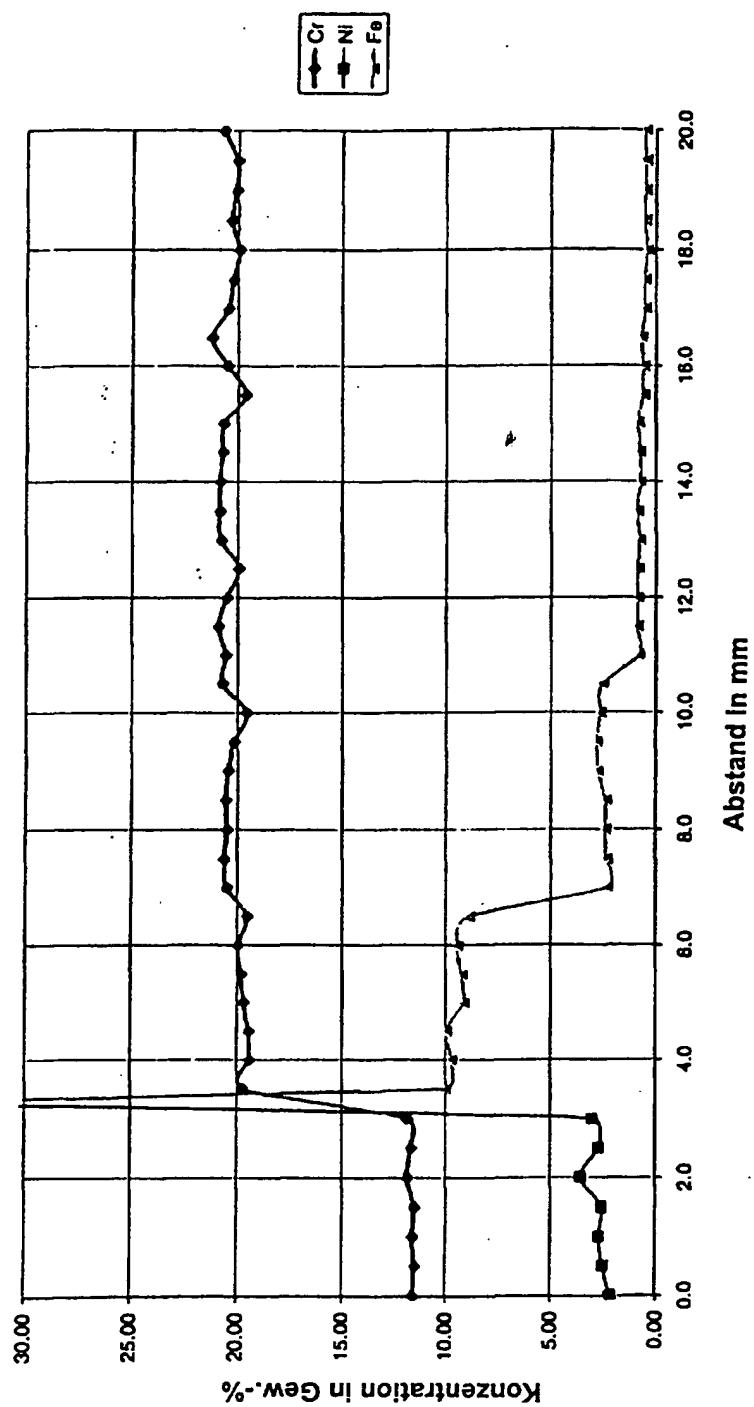


Fig. 3

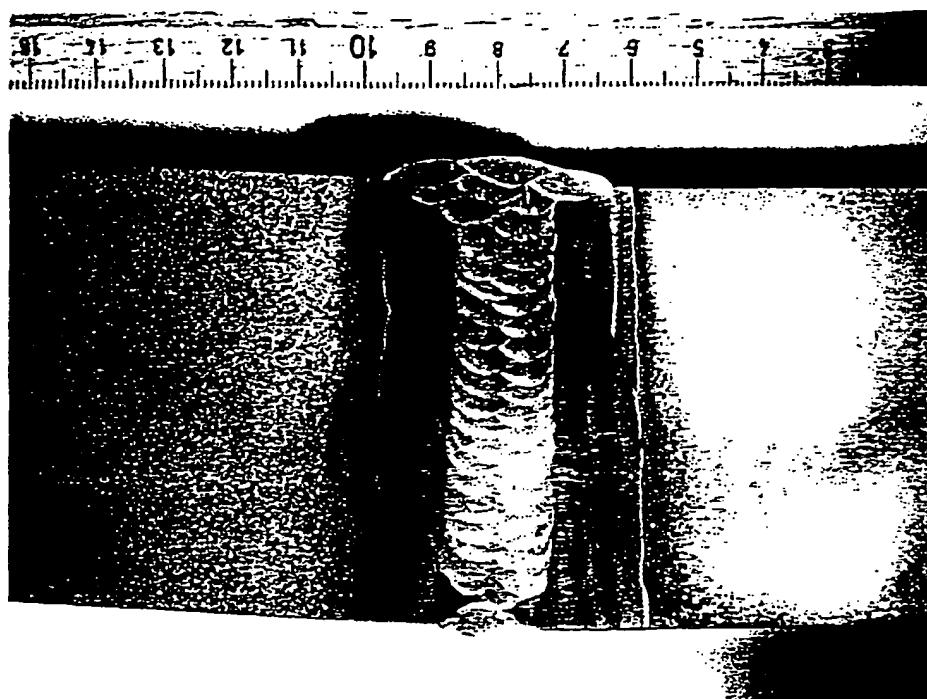


Fig. 4